



**Eur päisches
Patentamt**

**Eur pean
Patent Office**

**Office européen
des brevets**

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterla-
gen stimmen mit der
ursprünglich eingereichten
Fassung der auf dem näch-
sten Blatt bezeichneten
europäischen Patentanmel-
dung überein.

The attached documents
are exact copies of the
European patent application
described on the following
page, as originally filed.

Les documents fixés à
cette attestation sont
conformes à la version
initialement déposée de
la demande de brevet
européen spécifiée à la
page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

02028194.5

Der Präsident des Europäischen Patentamts;
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

R C van Dijk

THIS PAGE BLANK (USPTO)



Anmeldung Nr.:
Application no.: 02028194.5
Demande no:

Anmeldetag:
Date of filing: 19.12.02
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

TYCO Electronics Raychem GmbH
Finsinger Feld 1
85521 Ottobrunn DE

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.
If no title is shown please refer to the description.
Si aucun titre n'est indiqué se référer à la description.)

Oszillatorschaltung mit laserabgleichbarer Lastimpedanz

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s)
revendiquée(s)
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/
Classification internationale des brevets:

H03H/

Am Anmeldetag benannte Vertragstaaten/Contracting states designated at date of
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE SI SK

THIS PAGE BLANK (USPTO)

OSZILLATORSCHALTUNG MIT LASERABGLEICHBARER LASTIMPEDANZ

19. Dez. 2002

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Oszillatorschaltung zum Erzeugen von Signalen mit einer vorbestimmten Oszillatorfrequenz, wobei die Oszillatorschaltung mindestens einen Resonator und mindestens eine mit dem Resonator verbundene Lastimpedanz aufweist, sowie auf ein Verfahren zum Abgleichen der Resonanzeigenschaften eines Oszillators.

Die Bereitstellung von Signalen mit exakt eingehaltenen Frequenzen von hoher zeitlicher Konstanz ist in vielen Bereichen, darunter in der Mikroprozessortechnik, bei Videoanwendungen und in der Telekommunikation, erforderlich. Insbesondere im Zusammenhang mit spannungsgesteuerten Oszillatoren (Voltage Controlled Oscillator, VCO) und insbesondere spannungsgesteuerten Quarzoszillatoren (Voltage Controlled Crystal Oscillator, VCXO), die beispielsweise in der Mobilkommunikation häufig als Teil einer Phasenverriegelungsschleife (Phase Locked Loop, PLL) eingesetzt werden, kommt es auf eine sehr genaue und konstante Ausgangsfrequenz an. Derartige PLL's liefern beispielsweise die Trägerfrequenz, die als Eingangssignal für Mischer benötigt wird.

Insbesondere im Zusammenhang mit Basisstationen digitaler Netze stellt der Referenzoszillator ein Kernbauteil dar, das einerseits äußerst stringenten Bedingungen bezüglich der Genauigkeit und Stabilität genügen muss, andererseits aber in hohen Stückzahlen und mit möglichst niedrigen Kosten gefertigt werden sollte.

Zum Erreichen der geforderten Genauigkeiten ist häufig ein Abgleich erforderlich. Der alternativ mögliche Einsatz von sehr eng tolerierten Bauteilen führt zu sehr hohen Kosten der Oszillatorschaltung. Ein solcher mechanischer Abgleich ist nur bedingt automatisierbar, und es kann zu einer Reduzierung der Güte des Schwingkreises kommen.

Neben einem mechanischen Abgleich durch Schleifen von Resonatoren, Leiterbahnelementen oder ähnlichem oder dem Biegen von Luftspulen zur Einstellung der Parameter einer Oszillatorschaltung ist auch das Bearbeiten von Resonatoren mit Hilfe hochenergetischer Strahlung, wie beispielsweise Laserstrahlung, zur Ein-

stellung der Oszillatorparameter bekannt. Der Abgleich eines Kondensators, welcher Teil einer Oszillatorschaltung ist, ist beispielsweise in der US 4,095,199 gezeigt.

5 Eine besonders elegante Methode, Kondensatoren hinsichtlich ihrer Kapazität abzugleichen, besteht darin, wie in der US 5,264,983 gezeigt, bei einem monolithischen Kondensator eine obere Deckelektrode vorzusehen, die teilweise durch eine hochenergetische Strahlung, wie beispielsweise eine Laserstrahlung, entfernt
10 bar ist. Der besondere Vorteil dieser Vorgehensweise besteht darin, dass die Ansteuerung der Laservorrichtung vollautomatisch in Abhängigkeit von den erreichten Kapazitätswerten erfolgen kann. Auch ist die erzielbare Genauigkeit des Abgleiches deutlich höher als bei einem herkömmlichen mechanischen Verfahren. Dies ist beispielhaft auf der Website der Firma Johanson Technology,
<http://www.johansontechnology.com/products/lzc/index.htm>
15 gezeigt. Hier wird ein trimmbarer Kondensator als Resonanzelement in einem Serienschwingkreis eingesetzt.

Bei den bekannten Lösungen zum automatischen Abgleich der Resonanzeigenschaften einer Oszillatorschaltung besteht jedoch das Problem, dass die Verwen-
20 dung abgleichbarer Komponenten im eigentlichen Resonanzkreis in der Regel zu einer deutlichen Verringerung der Güte des Resonanzkreises führt.

Daher besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, eine Oszillatorschaltung anzugeben, die vollautomatisiert abgeglichen und kostengünstig herge-
25 stellt werden kann und darüber hinaus eine verbesserte Güte aufweist.

Diese Aufgabe wird durch eine Oszillatorschaltung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie durch ein Verfahren zum Abgleichen der Resonanzeigenschaften eines Oszillators mit den Schritten des Patentanspruchs 8 gelöst.

30 Vorteilhafte Weiterbildungen in der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass nicht nur die eigentlichen Elemente eines Resonanzkreises Einfluss auf die Resonanzeigenschaften der Oszillatorschaltung haben, sondern auch Lastimpedanzen, die jedoch auf die Güte nur einen geringeren Einfluss haben. Gemäß der vorliegenden Erfindung wird also ein abgleichbares Bauelement als Lastimpedanz für die Oszillatorschaltung eingesetzt und der eigentliche Resonator muss nicht mehr unbedingt veränderlich ausgeführt sein. Die Bearbeitung der Lastimpedanz erfolgt gemäß der vorliegenden Erfindung mittels einer hochenergetischen Strahlung, so dass der gesamte Abgleich vollautomatisch erfolgen kann.

Insbesondere Laserstrahlung, beispielsweise ein computergesteuerter YAG-Laserstrahl, eignet sich für eine derartige Veränderung elektrisch leitfähiger Strukturen einer Lastimpedanz.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform weist die Lastimpedanz einen Kondensator auf, dessen Kapazität durch das Bearbeiten mittels der hochenergetischen Strahlung veränderbar ist. Über eine Bearbeitung von Elektroden eines Kondensators lassen sich auf besonders effektive Weise durch Materialabtrag die Kapazität und damit die insgesamt wirksame Lastimpedanz verändern. Alternativ kann jedoch auch eine laserabgleichbare Spule oder ein laserabgleichbarer Widerstand in der Lastimpedanz vorgesehen sein.

Weist der Kondensator einen monolithischen Grundkörper aus einem dielektrischen Material auf und ist die elektrisch leitfähige Struktur durch mindestens eine an einer von außen zugänglichen Oberfläche des Grundkörpers angeordnete Elektrode gebildet, kann die Gesamtschaltung auf besonders kompakte Art und Weise realisiert werden.

Führt man die Lastimpedanz als oberflächenmontierbares Bauteil (Surface Mounted Device, SMD) aus, kann ein besonders kompakter und kostenoptimaler Aufbau der Oszillatorschaltung erreicht werden.

Eine besonders hohe Güte kann erzielt werden, wenn der Resonator durch einen Streifenleiter gebildet ist. Der Resonator kann z. B. aus Gründen der Platzersparnis oder der Optimierung der Bauteilanordnung schleifenförmig ausgeführt sein.

5 Durch geeignete Wahl der Platzierung des Abgriffes der Lastimpedanz am Resonator kann eine optimale Kombination aus Abgleichbereich und Schwingkreisgüte erzielt werden.

10 Anhand der in den beiliegenden Zeichnungen dargestellten Ausgestaltungen wird die Erfindung im Folgenden näher erläutert. Ähnliche oder korrespondierende Einzelheiten sind in den Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen. Es zeigen:

Figur 1 den Schaltplan einer Oszillatorschaltung gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform;

15

Figur 2 ein Schaltbild einer Lastimpedanz gemäß einer ersten Ausführungsform;

Figur 3 ein Schaltbild einer Lastimpedanz gemäß einer zweiten Ausführungsform;

20

Figur 4 ein Schaltbild einer Lastimpedanz gemäß einer dritten Ausführungsform;

Figur 5 ein Layout eines Teils einer Oszillatorschaltung mit einem laserabgleichbaren Kondensator;

25

Figur 6 eine perspektivische Darstellung des Lastkondensators während des Abgleichvorgangs mittels Laserstrahlung;

Figur 7 ein Flussdiagramm des Abgleichs einer Oszillatorschaltung gemäß der vorliegenden Erfindung.

30

Figur 1 zeigt den Schaltplan einer Oszillatorschaltung 100, wie sie beispielsweise für einen Frequenzsynthesizer für Mobilfunkbasisstationen verwendet werden

kann. Solche Module erzeugen die Taktfrequenzen für den Sende- und Empfangsteil von Mobilfunkbasisstationen. Eine solche Schaltung kann z. B. als SMD-bestückte Leiterplatte mit oder ohne einer Metallkappe aufgebaut werden.

5 Gemäß der in Figur 1 gezeigten Ausführungsform wird als frequenzbestimmendes Element ein Resonator 101 in Form einer Leiterbahnstruktur, wie er beispielsweise in der Figur 5 gezeigt ist, verwendet. An diesen Resonator 101 ist eine Impedanz Z_L 102 als Last angekoppelt. Ein spezielles Merkmal der gezeigten Ausführungsform besteht darin, dass die direkt die Güte des Resonanzkreises bestimmenden
10 Elemente, nämlich der Resonator 101, und die Kondensatoren C_2 und C_3 , als nicht veränderliche Bauelemente mit hoher Güte ausgeführt sind. Andererseits können Parameterstreuungen dieser Bauelemente dadurch kompensiert werden, dass die Lastimpedanz 102 mittels einer Laserbearbeitung in ihren Eigenschaften verändert werden kann.

15 In den Figuren 2 bis 4 sind Beispiele für mögliche Lastimpedanzen Z_L gezeigt, bei denen beispielsweise der Kondensator C_1 mittels Laserbearbeitung in seiner Kapazität verändert werden kann. Alternativ kann jedoch auch die Bearbeitung einer Induktivität L_1 oder eines in den Figuren nicht gezeigten Widerstandes vorgesehen
20 sein.

Wie in Figur 5 gezeigt, kann der Resonator 101 eine schleifenförmige Struktur aufweisen. An der hinsichtlich Abgleichbereich und Güte ausgewählten Stelle ist der Anschluss für die abgleichbare Lastimpedanz 102 angeordnet.

25 Bei der Lastkapazität 102 kann sich wie in Figur 2 gezeigt beispielsweise um einen monolithischen Kondensator für die Oberflächenmontage handeln, bei dem in einem Dielektrikum 110 verschiedene innere Elektroden eingebettet sind. Figur 6 zeigt in perspektivischer Darstellung einen solchen Kondensator. Es ist eine
30 Deckelektrode 112 vorgesehen, die so angeordnet ist, dass sie durch einen Laserstrahl 108, der von einer computergesteuerten Bearbeitungseinheit 106 gelenkt ist, bearbeitet werden kann. Leiterbahnen 114 verbinden den Kondensator 102 mit der Oszillatorschaltung 100 aus Figur 1.

Für einen Abgleich der Oszillatorschaltung wird diese beispielsweise an ein Messgerät angeschlossen. In Abhängigkeit von den gemessenen Resonanzeigenschaften der Oszillatorschaltung, beispielsweise der Resonanzfrequenz, kann der Laserstrahl 108 angesteuert werden, um weitere Teile der Deckelektrode 112 zu entfernen. Der Vorteil dieses Vorgehens besteht darin, dass der Abgleich voll automatisch erfolgen kann. Da es sich aber bei dem lasertrimmbaren Kondensator 102 lediglich um eine Lastkapazität handelt, wird die Güte des eigentlichen Resonanzkreises von dem abgleichbaren Element nur unwesentlich beeinträchtigt.

Figur 7 zeigt den Abgleich der Resonanzeigenschaften des Oszillators in Form eines Flussdiagramms. In einem ersten Schritt 402 werden die Resonanzeigenschaften einer Grundstruktur des Oszillators mit mindestens einem Resonator und mindestens einer Lastimpedanz, beispielsweise einem abgleichbaren Kondensator, bestimmt. Der abgleichbare Kondensator besitzt dabei eine Deckelektrode, die groß genug ist, um die maximal nötige Kapazität zu gewährleisten.

Im nächsten Schritt 403 werden die ermittelten Resonanzeigenschaften mit vorbestimmten Sollwerten verglichen und es erfolgt eine Entscheidung, ob die gemessenen Resonanzeigenschaften mit den vorbestimmten Soll-Eigenschaften übereinstimmen. Entsprechend dem Ergebnis dieses Vergleichs wird entweder ein weiteres Abtragen der Deckelektrode vorgenommen, indem der Prozess wieder zu Schritt 402 zurückkehrt, oder aber der Abgleichvorgang beendet.

Alternativ zu der detailliert beschriebenen Laserbearbeitung eines Lastkondensators kann gemäß der vorliegenden Erfindung selbstverständlich auch jede andere Art einer Lastimpedanz, z. B. eine Induktivität ein ohmscher Widerstand oder eine Kombination aus induktiver, ohmscher und kapazitiver Impedanz, mittels hochenergetischer Strahlung bearbeitet werden.

Patentansprüche

1. Oszillatorschaltung zum Erzeugen von Signalen mit einer vorbestimmten Oszillatorfrequenz, wobei die Oszillatorschaltung (100) mindestens einen Resonator (101) und mindestens eine mit dem Resonator (101) verbundene Lastimpedanz (102) umfasst,
5
dadurch gekennzeichnet,
dass die Lastimpedanz (102) mindestens eine elektrisch funktionale Struktur (112) aufweist, die zum Abgleichen der Resonanzeigenschaften der Oszillatorschaltung (100) mittels hochenergetischer Strahlung (108) bearbeitbar ist.
10
2. Oszillatorschaltung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** dass die hochenergetische Strahlung (108) eine Laserstrahlung ist.
3. Oszillatorschaltung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Lastimpedanz einen Kondensator (102) aufweist, dessen Kapazität (C_1)
15 durch das Bearbeiten mittels der hochenergetischen Strahlung veränderbar ist.
4. Oszillatorschaltung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet,** dass der Kondensator (102) einen monolithischen Grundkörper (110) aus einem dielektrischen Material aufweist und die elektrisch leitfähige Struktur (112) durch mindestens eine an einer von außen zugänglichen Oberfläche des Grundkörpers (110) angeordnete Elektrode gebildet ist, so dass die Kapazität (C_1) durch
20 Entfernen von mindestens einem Teil der Elektrode verringerbare ist.
5. Oszillatorschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet,** dass die Lastimpedanz (102) zumindest teilweise als oberflächenmontierbares Bauteil (Surface Mounted Device, SMD) ausgeführt ist.
- 25 6. Oszillatorschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet,** dass der Resonator (101) durch einen Streifenleiter gebildet ist.
7. Oszillatorschaltung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet,** dass der Streifenleiter (101) eine schleifenförmige Struktur aufweist und die Lastimpedanz (102) mit einem Mittelbereich des Streifenleiters elektrisch verbunden ist.

8. Verfahren zum Abgleichen der Resonanzeigenschaften eines Oszillators mit den folgenden Schritten:

Ermitteln von Resonanzeigenschaften eines Oszillators mit mindestens einem Resonator und mindestens einer Lastimpedanz;

- 5 Vergleichen der ermittelten Resonanzeigenschaften mit vorbestimmten Solleigenschaften;

Erzeugen eines Steuersignals in Abhängigkeit von dem Ergebnis des Vergleichs und Ausgeben des Steuersignals an eine Bearbeitungsvorrichtung;

Bearbeiten der Lastimpedanz in Abhängigkeit von dem Steuersignal.

- 10 9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bearbeitungseinheit einen Laser aufweist.

- 15 10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schritt des Bearbeitens der Lastimpedanz in Abhängigkeit von dem Steuersignal das Entfernen von mindestens einem Teil einer Elektrode eines Kondensators umfasst.

11. Spannungsgesteuerter Oszillator (VCO) mit einer Oszillatorschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 7.

- 20 12. Halbleiterschaltung mit einer Oszillatoreinheit (100) zum Erzeugen von Signalen mit einer vorbestimmten Oszillatorfrequenz, wobei die Oszillatoreinheit (100) mindestens einen Resonator (101) und mindestens eine mit dem Resonator verbundene Lastimpedanz (102) umfasst,

dadurch gekennzeichnet,

- 25 dass die Lastimpedanz (102) mindestens eine elektrisch leitfähige Struktur (112) aufweist, die zum Abgleichen der Resonanzeigenschaften der Oszillatoreinheit (100) mittels hochenergetischer Strahlung bearbeitbar ist.

ZusammenfassungEPO - Munich
69**19. Dez. 2002**

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Oszillatorschaltung zum Erzeugen von Signalen mit einer vorbestimmten Oszillatorfrequenz, wobei die Oszillator-
5 schaltung mindestens einen Resonator und mindestens eine mit dem Resonator verbundene Lastimpedanz aufweist, sowie auf ein Verfahren zum Abgleichen der Resonanzeigenschaften eines Oszillators. Um eine Oszillatorschaltung anzugeben, die vollautomatisiert abgeglichen und kostengünstig hergestellt werden kann und darüber hinaus eine verbesserte Güte aufweist, weist die Lastimpedanz
10 mindestens eine elektrisch funktionale Struktur auf, die zum Abgleichen der Resonanzeigenschaften der Oszillatorschaltung mittels hochenergetischer Strahlung bearbeitbar ist.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

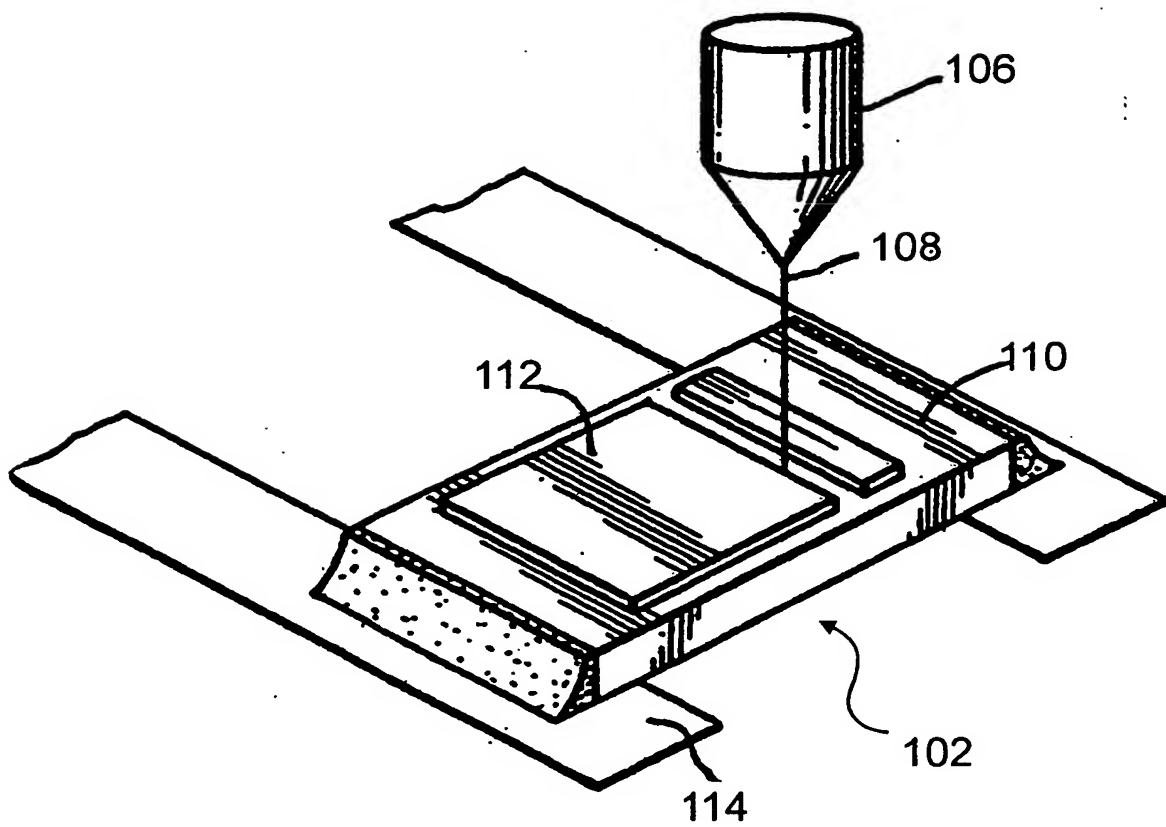
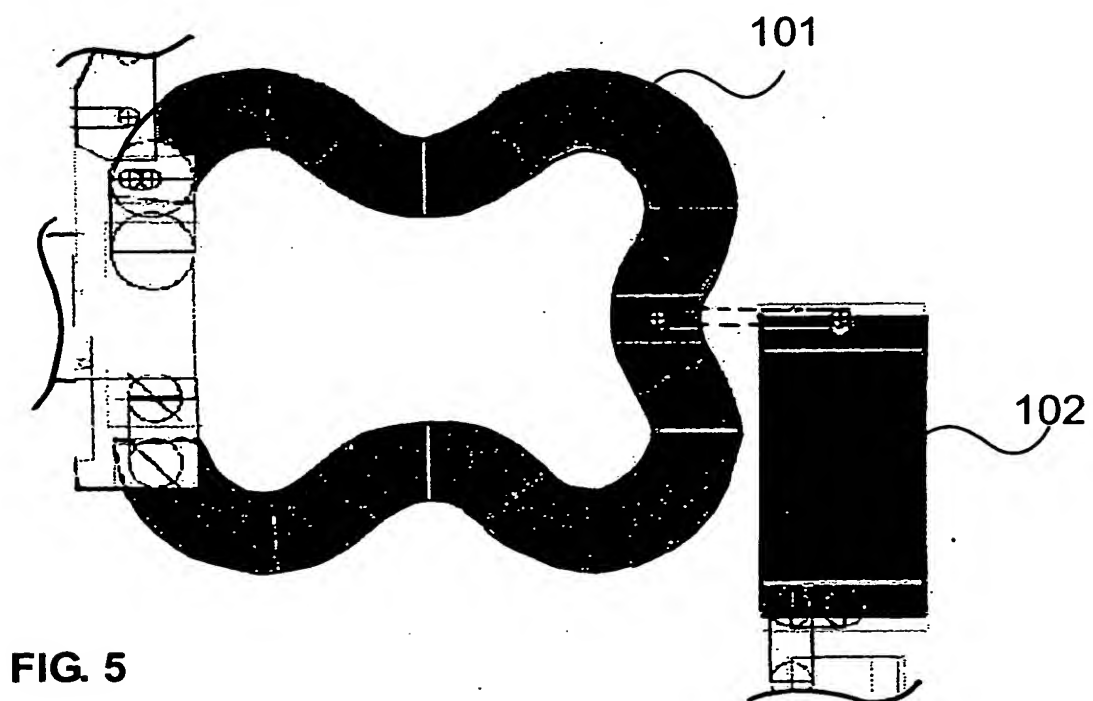
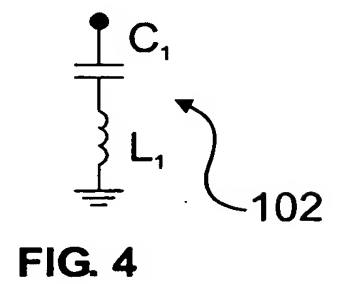
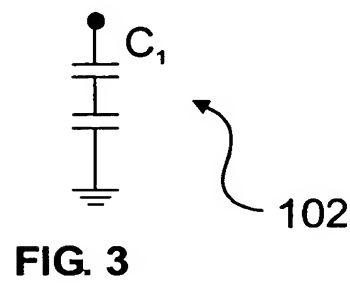
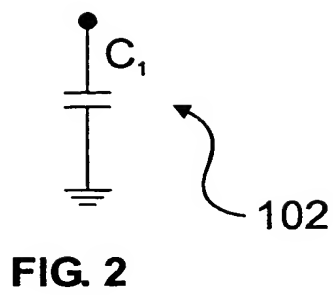
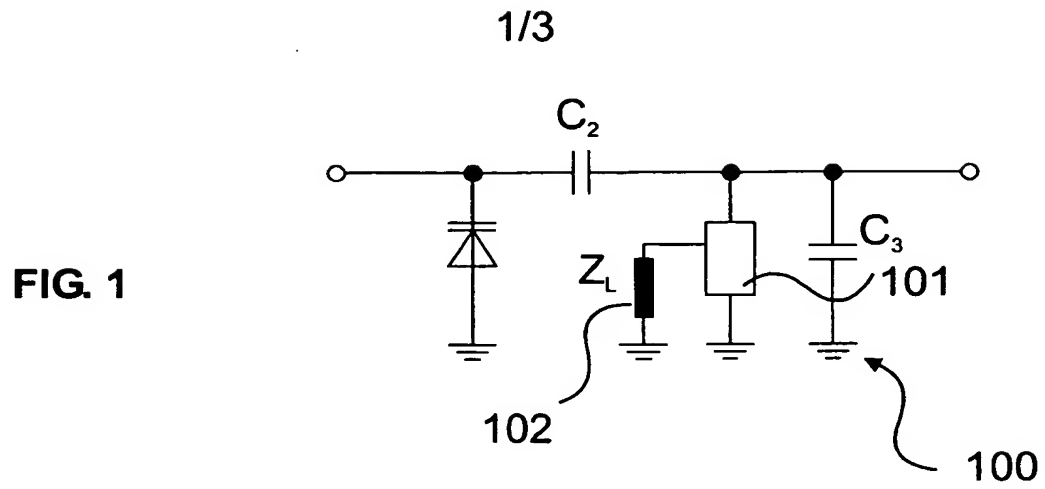


FIG. 6



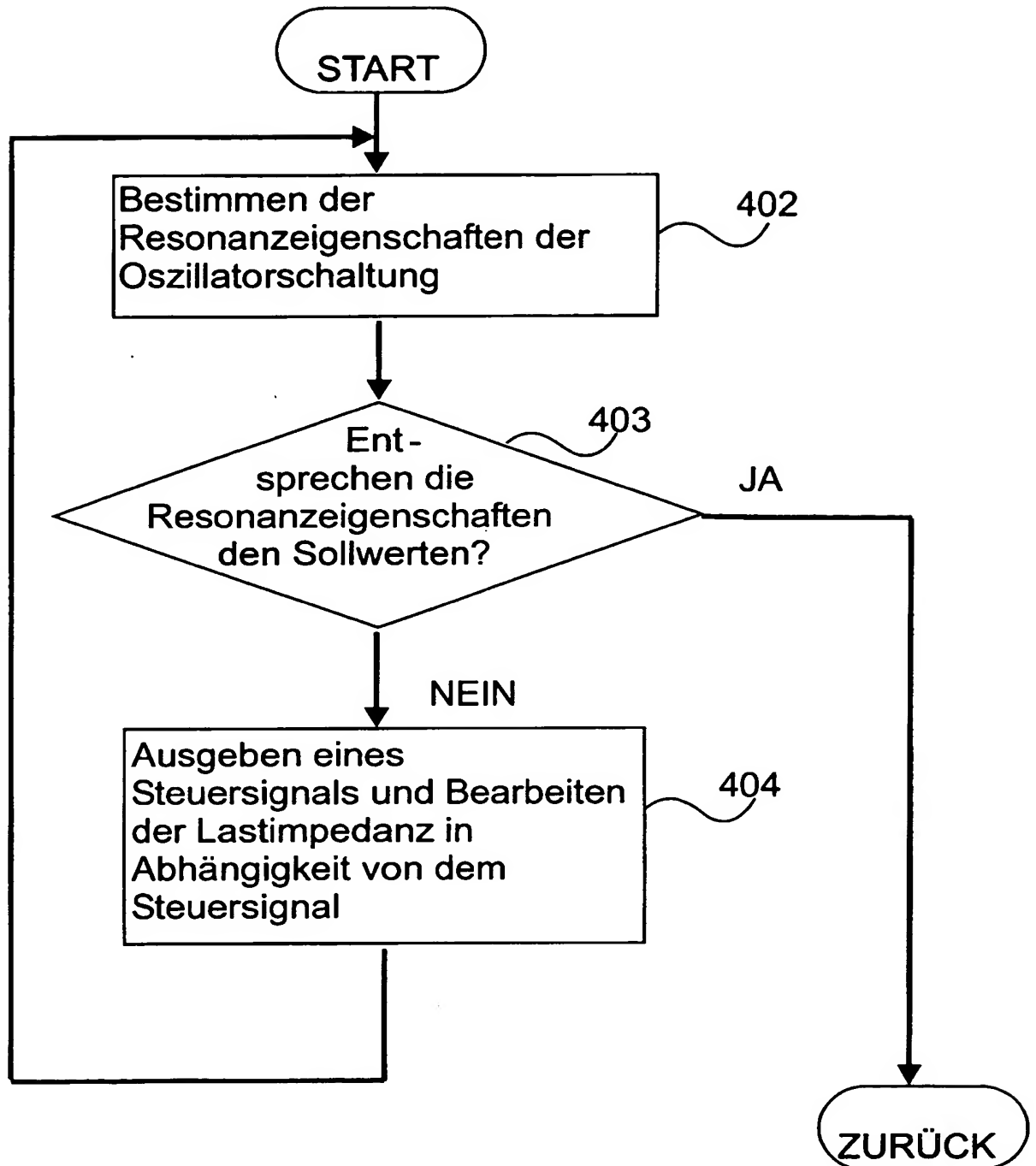


FIG. 7

THIS PAGE BLANK (USPTO)